

冬季北半球海氷域変動にかかわる NAO と ENSO

本田明治¹, 浮田甚郎², 中村 尚^{1,3}, 立花義裕^{1,4}, 山本健太郎⁵, D. J. Cavalieri⁶, C. Parkinson⁶, 小出 寛⁷

1: 海洋研究開発機構 2: コロンビア大 3: 東大 4: 東海大 5: 東京航空地方気象台 6: 米航空宇宙局 7: 気象庁

1. はじめに

冬季北半球海氷域変動は、北大西洋セクターのラブラドル海 (Labrador: LA) とグリーンランド海～バレンツ海 (まとめて Nordic seas: NR)、及び北太平洋セクターのオホーツク海 (Okhotsk: OK) とベーリング海 (Bering: BE) の 4 つの季節海氷域の変動に特徴付けられ、NR-LA 間、OK-BE 間の両大洋内のシーソー関係の存在が一般に知られている。本研究ではこれら 4 海域を中心とした半球規模の海氷域の変動特性及び、これまでも指摘されている北大西洋振動 (NAO) とエルニーニョ/南方振動 (ENSO) との関連をグローバルな観点から理解することを目的とする。

2. データと解析準備

用いた海氷資料は NASA 提供のマイクロ波計測による密接度データ (SIC) で、期間は OK を完全に含み品質も良い 1979～2000 年の 22 年間とした。海氷勢力の指標は最拡大期の 2～3 月平均とした。大気及び海面水温 (SST) のデータは、それぞれ NCEP-NCAR 再解析、HadCRUT2 を用いた。NAO はアゾレス諸島とアイスランドの海面気圧 (SLP) 差 (Hurrell 1995, Science)、ENSO は Nino3.4 領域の SST をそれぞれ指標とした。

3. 結果

初めに、SIC に EOF を施し年々変動の最も卓越するモードを求めた。図 1 は第 1 モード (SIC-EOF1) の空間パターンとその主成分時系列 (SIC-PC1) である。ユーラシアセクター (OK と NR) と北米セクター (BE と LA) 間の半球規模のシーソーが明瞭に認識される。この 4 海域の海氷域面積 (SIE) のみに EOF を施して得られる主成分時系列 (SIE-PC1) と SIC-PC1 間の相関係数 0.95 を考慮して、以下この 4 海域の海氷域面積と SIE-PC1 に基づいて議論を進める。SLP の SIE-PC1 への線形回帰を取ると、NAO をよく反映したパターン (図略) が得られる。両者の相関 0.47 は 95% で有意である。この結果は、NAO の NR-LA 間の海氷シーソーへの影響のみならず、太平洋セクターの OK-BE 間のシーソーへの関与を示唆するものである。実際、SLP の OK-BE の海氷シーソー時系列への線形回帰 (図略) は NAO パターンを有意に反映する。NR-LA と OK-BE の両シーソー時系列間の相関も 0.64 に及び、北太平洋及び北大西洋の海氷シーソーの同期関係とも捉えられる。

ENSO は年々変動において NAO とほぼ無相関であり、SIE-PC1 との有意な相関も確認できなかった。ENSO の影響が海氷変動にもし現れるとすれば、EOF1 とは統計的に無関係な部分に反映されると期待できる。このことを考慮して、4 海域の海氷域面積時系列に対して EOF1 の影響を SIE-PC1 を用いて線形回帰によって除去した時系列を求め、それらを合成したものを EOF1 の残差時系列とした。予想通り ENSO とは有意な相関 (0.56) を持つ。SIC との線形回帰図はこの 4 海域が同位相で変動するようなパターン (図略) で、この残差時系列は北半球全海氷域面積と 0.74 の相関を持つ。実際、ENSO 自身も各 4 海氷域面積といずれも弱い正の相関を持ち、そのトータルな寄与として北半球の全海氷面積との相関も 0.46 に及ぶ。

4. 結論と議論

冬季北半球の海氷変動は、NAO 及び ENSO の 2 つの主

要な変動と密接にかかわっていることがわかった。海氷第 1 モードは北太平洋内 (OK-BE 間) 及び北大西洋内 (NR-LA 間) の両海氷シーソーが同期するような、半球規模の海氷シーソー変動で、対応する大気場は NAO を本質的に反映する。一方、第 1 モードと時間的に直交するモードは ENSO と有意な相関を持ち 4 季節海氷域が全て同位相で変動するもので、ENSO の振る舞いが北半球の全海氷面積の多少に関わっていることを示すものである。

本研究は、まだ統計的な関係を見出した段階で、NAO や ENSO の海氷変動へ影響のメカニズムの未解明な部分に今後焦点を充てていきたい。また今回の研究は年々変動に限定した解析であるが、この 4 海域の間に一夏を越えた翌冬との有意な関係や、更に 2 年越しの関係の存在を示す結果も出てきている。このような季節進行を含めた多年変動とそれをもたらすメカニズムを、海洋変動や暖候期の大気循環場変動、雪氷域変動 (北極海の海氷、積雪など) との関連などを含めて現在調査中である。

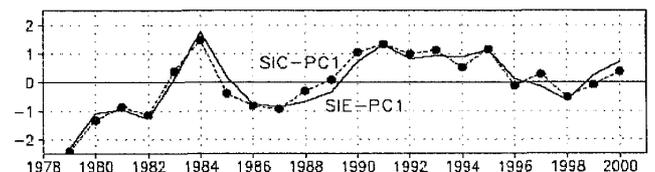
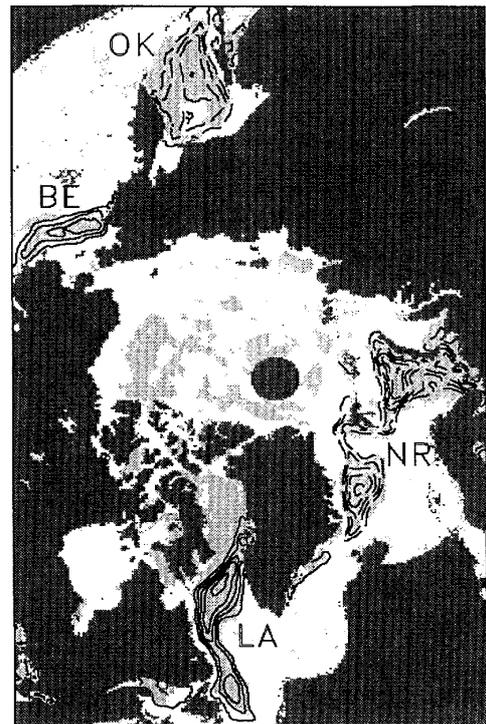


図 1. 1979～2000 年の 2～3 月平均海氷密接度 (SIC) に対する EOF 第 1 モードの標準化した主成分時系列 (SIC-PC1、下図) と、その線形回帰係数の分布図 (上図)。係数は SIC-PC1 が単位標準偏差増加した際に予想される密接度偏差で、間隔は 5% (0 の等値線は略)。陰影は SIC-PC1 と各点の SIC 時系列の相関係数が 95% の信頼限界で有意な領域。OK はオホーツク海、BE はベーリング海、LA はラブラドル海、NR はグリーンランド海～バレンツ海。下図の SIE-PC1 (実線) はこの 4 海域の海氷域面積に対する EOF の第 1 主成分時系列。